



# *Caracterización de un sistema de verificación de dosis dedicado a tratamientos de radioterapia basado en un detector de tiras de silicio*

**A. Bocci<sup>1</sup>, M. A. Cortés-Giraldo<sup>2</sup>, M. I. Gallardo<sup>2</sup>, J. M. Espino<sup>2</sup>, R. Arráns<sup>3</sup>,  
M. A. G. Alvarez<sup>2</sup>, Z. Abou-Haïdar<sup>1</sup>, J. M. Quesada<sup>2</sup>,  
A. P. Vega-Leal<sup>4</sup>, F. J. Nieto<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Centro Nacional de Aceleradores (CNA), Sevilla, España

<sup>2</sup> Dep. Física Atómica, Molecular y Nuclear, Universidad de Sevilla, Sevilla, España

<sup>3</sup> Hospital Universitario Virgen Macarena, Sevilla, España

<sup>4</sup> Dep. Ingeniería Electrónica, Universidad de Sevilla, Sevilla, España

<sup>5</sup> Instalaciones Inabensa, S. A., Sevilla, España

18° SEFM | 13° SEPR

Sevilla 2011



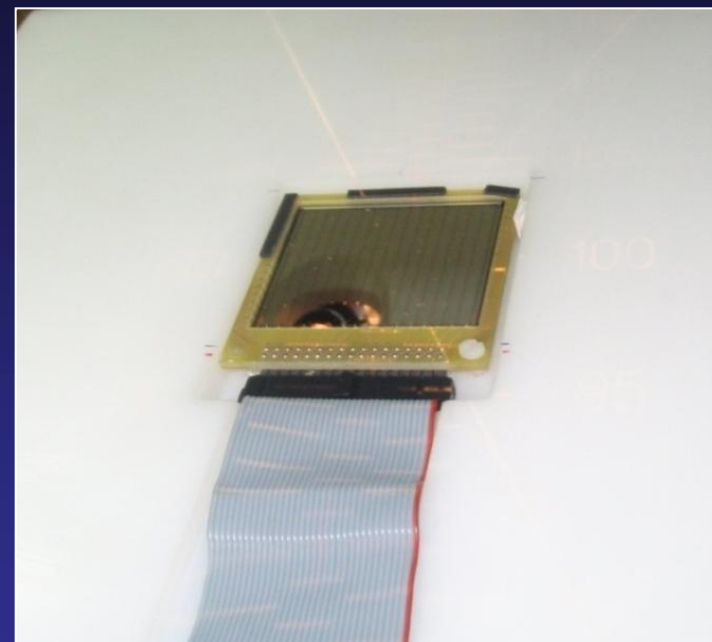
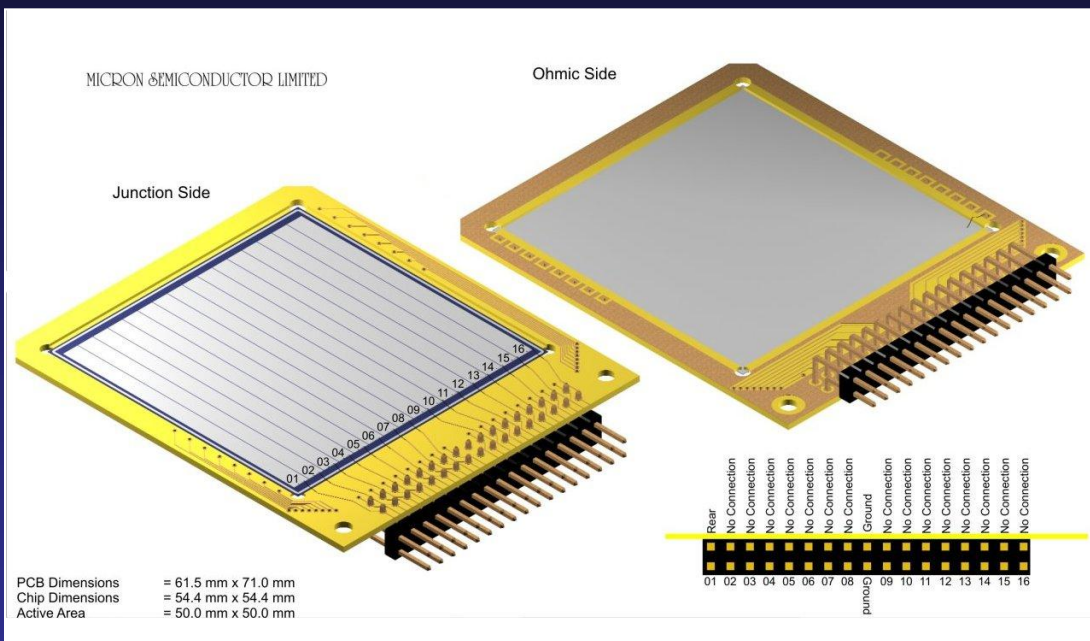
**II Congreso Conjunto SEFM-SEPR**

Sevilla, 10-13 Mayo, 2011

- El **objetivo** de este trabajo es:
  - Caracterizar un detector de tiras de silicio y su sistema de adquisición de datos asociado, basado en electrónica discreta. Este sistema, que también ha sido simulado con **Geant4**, está diseñado para la **obtención de mapas de dosis en planos axiales** para verificar tratamientos complicados de radioterapia.
  - **Transferir** conocimientos de instrumentación para estudio de reacciones nucleares a aplicaciones médicas.

- La **verificación de la distribución de dosis** es muy aconsejable antes de lanzar tratamientos complicados de radioterapia en pacientes.
- La **dosimetría de película** está ampliamente aceptada como dosímetro 2D. Sin embargo, no funcionan como detectores *on line*.
- Los **aparatos digitales dispuestos en 2D** son los mejores candidatos para sustituir las películas. Pueden medir dosis en tiempo real, pero su resolución espacial no es aún suficiente.
- Se investiga el uso de **tecnología de micro-tiras de silicio** para mejorar la resolución espacial. Sin embargo, ésta no es adecuada para obtener mapas de dosis en planos axiales.
- En este trabajo mostramos una técnica para **obtener mapas de dosis** en planos axiales con un **detector comercial de tiras de silicio**.

## Detector SSSSD (Single-Sided Silicon Strip Detector)



(Cortesía de Micron Semiconductor, Ltd.)

- Una cara dividida en 16 tiras (3.1 mm de anchura)
- Área activa de  $50 \times 50 \text{ mm}^2$  y espesor de  $500 \mu\text{m}$
- Coste relativamente bajo

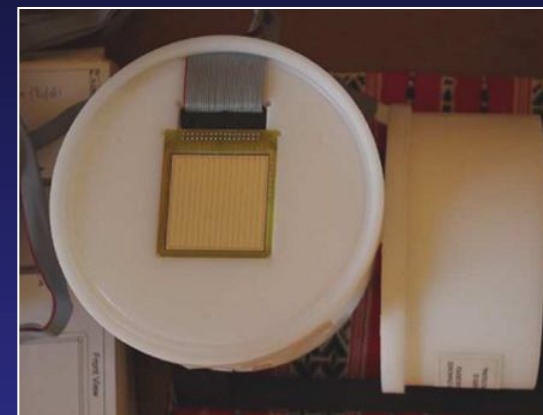
## Maniqués

### Maniquí plano



Se utiliza para  
calibrar y caracterizar la  
respuesta del detector.

### Maniquí cilíndrico



Se utiliza para:

1. Medidas de respuesta en función del ángulo.
2. Medidas 2D para verificación de tratamientos de radioterapia.



## Montaje experimental

### Siemens PRIMUS



Modo de fotones 6 MV

Cabezal del acelerador, maniquí y detector han sido simulados con

**Geant 4**

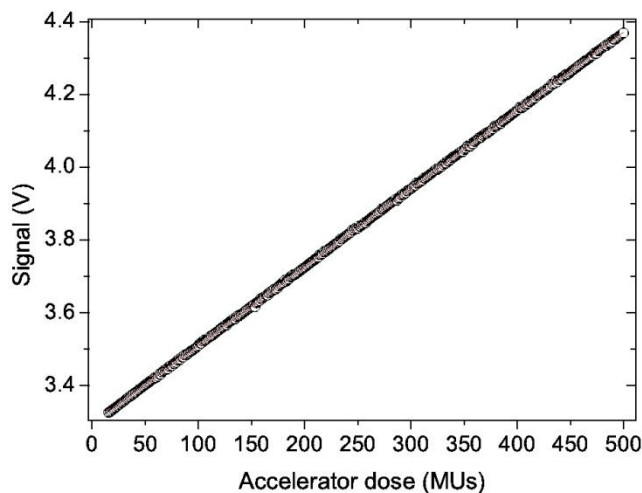
### Electrónica discreta: 16 canales



- Integradores de carga (electrómetros) digitalizados (12 bits) y analizados por un procesador de señal digital (DSP).
- Con un PC se controla y adquieren los datos con un bus serie RS-232 (basado en LabVIEW).

# Resultados: Maniquí plano

## Linealidad

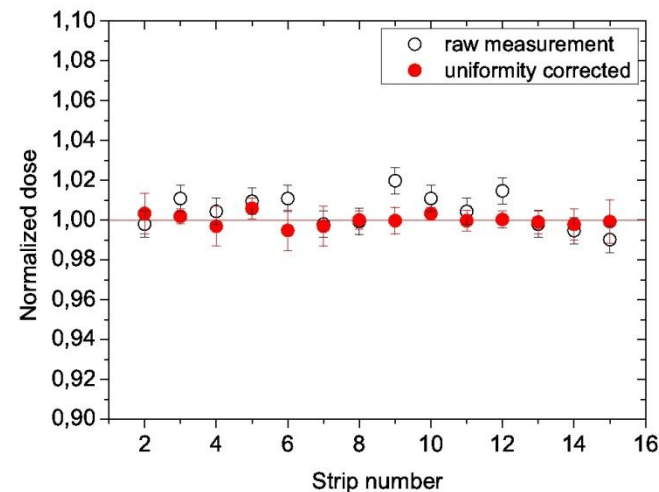


Linealidad con la dosis  
mejor del 0.1% en todos  
los canales

(SSD = 100 cm,  
profundidad = 1.5 cm)



## Uniformidad

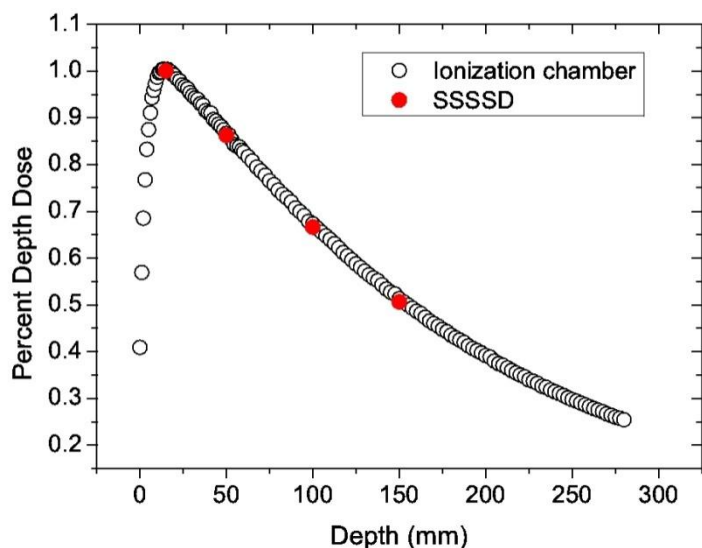


Respuesta uniforme con  
una precisión del 0.5%

(SSD = 90 cm,  
profundidad = 10 cm)

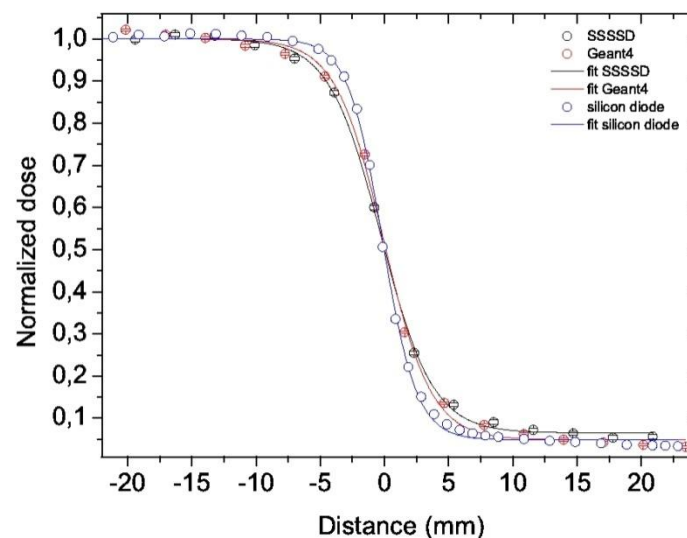
# Resultados: Maniquí plano

## Dosis en profundidad (SSD = 100 cm)



Diferencias menores del 0.8% entre la señal calibrada del SSSSD y medidas con cámara de ionización

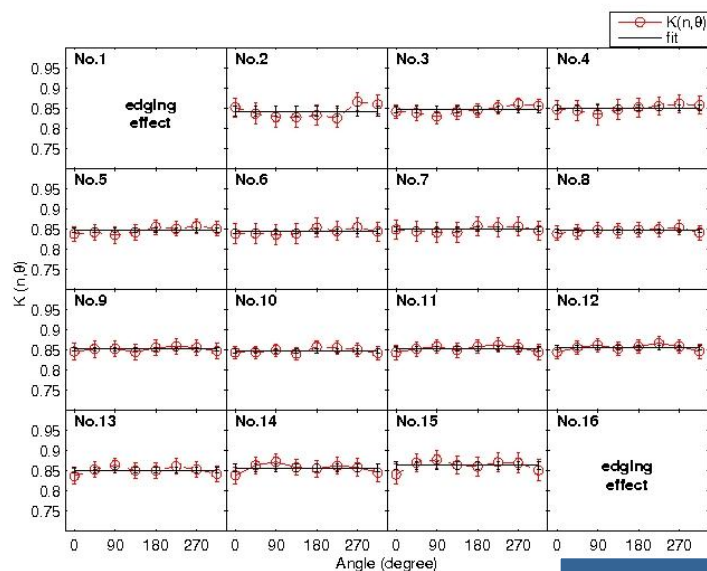
## Penumbra (SSD = 100 cm, d = 1.5 cm)



La anchura de la penumbra es mayor con el SSSSD con respecto a medidas con diodo. Las simulaciones con Geant4 arrojan resultados compatibles.

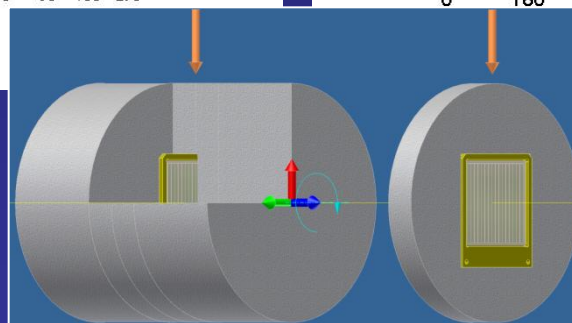


## Cociente TPS vs. SSSSD

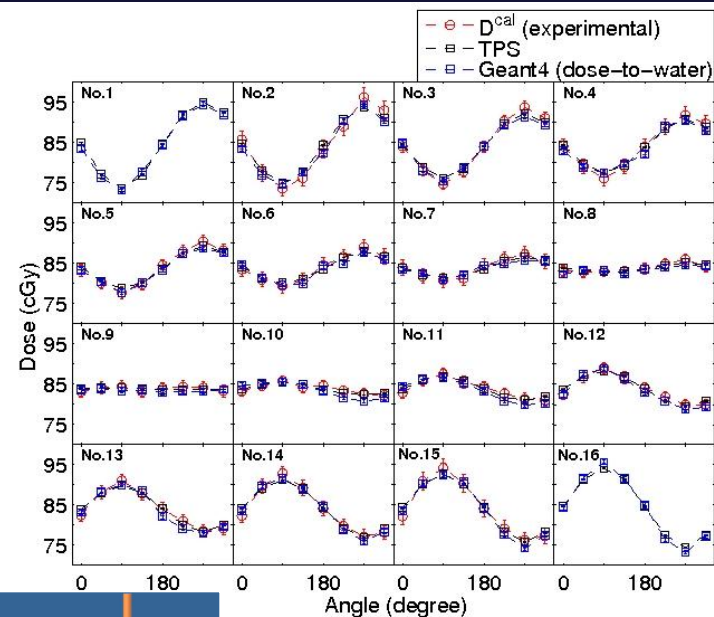


El factor de calibración es independiente de la posición de la tira y del ángulo de incidencia del haz.

**Volumen sensible  
centrado en el isocentro**



## Dosis calibrada



Las diferencias relativas entre la dosis calibrada y el TPS son  $<2\%$  para las tiras en los extremos y  $<1\%$  para las centrales.

- Hemos importado conocimientos de **instrumentación** para el estudio de **reacciones nucleares** a aplicaciones médicas.
- Se ha diseñado, construido y sometido a prueba un **prototipo** para estudiar la viabilidad de un método novedoso para verificar la dosis depositada en tratamientos complicados de radioterapia.
- La caracterización del SSSSD ha demostrado la **viabilidad** del sistema para su uso como control de calidad en tratamientos complicados de radioterapia. Las simulaciones realizadas con **Geant4** proporcionan resultados compatibles con la experimentación.
- El objetivo final es emplear este prototipo en la obtención de mapas de dosis 2D mediante un algoritmo desarrollado por nuestro grupo (pendiente de patente).
- Se prevén mejoras futuras utilizando un detector de silicio de tiras en ambas caras.